Werk

Titel: Biologische Probleme

Autor: Kassowitz, Max

Ort: Berlin

Jahr: 1913

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?34557155X_0001|log336

Kontakt/Contact

Digizeitschriften e.V.
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

info@digizeitschriften.de

hinwies. Er hat übrigens in einer seiner späteren Äußerungen erkennen lassen, daß er an dieser Einteilung nicht festhalten wolle, und in der Tat kann man den subjektiven und den objektiven Gebrauch nicht als ein entscheidendes Merkmal für die Einteilung hinstellen. Wenn in der Tat das photographische Objektiv eine besondere Stellung einnimmt, so sind dafür andere Gründe maßgebend als der, daß es auf einer Platte arbeitet.

Vorderhand aber blieb diese Einteilung bestehen, und die nächsten bemerkenswerten Leistungen in der Instrumentenoptik, der Bau der *Riesenrefraktoren* und der Beginn der Verwendung von *Spiegeln zur Himmelsphotographie* waren nicht dazu angetan, einen Zweifel an der Zweckmäßigkeit des Einteilungsprinzips zu erwecken. Auch die von *Henry Siedentopf* entwickelte *Ultramikroskopie,* in der die Methoden der Dunkelfeldbeleuchtung ungemein verfeinert waren, so daß das Vorhandensein vereinzelter kleinster Objekte in einer vorher ungeahnten Weise nachgewiesen werden konnte, fügte sich jenem System befriedigend ein. Etwas anders stand es schon mit der Steigerung des Auflösungsvermögens, die *August Köhler* mit seiner *mikrophotographischen Einrichtung für ultraviolettes Licht* erreichte. Diese ganz aus dem ultraviolettdurchlässigen Quarz bestehende Kombination gestattete zum erstenmal die Anwendung der Mikrophotographie, nicht nur zur Fixierung sonst schon bekannter, sondern zur Auffindung neuer Erscheinungen; die Mikrophotographie diente also jetzt auch der reinen Forschung, nicht nur Lehrzwecken, und damit war ein wohl seit lange winkendes, bisher aber immer vergeblich erstrebtes Ziel erreicht worden.

(Schluß folgt.)

Biologische Probleme [1]).

Von Professor Dr. Max Kassowitz, Wien.

Das Eiweißbedürfnis des Tierkörpers.

Ich habe früher (im 6. Hefte) darauf hingewiesen, daß in den Pflanzensamen und in den Wurzeln und Knollen ebenso wie in den Eiern, der Milch und dem Blute, also in allen natürlichen Nährböden, in denen wachsende Protoplasmen ihren Nahrungsbedarf decken, außer den niemals fehlenden Eiweißkörpern immer auch Kohlehydrate oder Fette (sehr häufig auch beide) und alle zum Leben des betreffenden Organismus notwendigen Mineralstoffe enthalten sind, und habe darin eine weitere Stütze für die Annahme erblickt, daß die Moleküle des Protoplasmas nicht aus Eiweiß allein gebildet werden, sondern daß sie neben einem eiweißartigen Kern auch stickstoffreie Atomkomplexe oder Seitenketten enthalten, zu deren Bildung Zucker oder Fett und außerdem die anorganischen Teile der Nahrung verwendet werden. Den grünen und vielen nichtgrünen Pflanzen stehen allerdings nur im Beginne ihrer Entwicklung eiweißartige Stoffe in ihren Sporen, Samen oder Wurzelstöcken zur Verfügung; dafür haben sie aber die Fähigkeit, ihren Stickstoff aus einfacheren Verbindungen zu beziehen, die entweder direkt oder indirekt aus den stickstoffhaltigen Ausscheidungen der Tiere herstammen. Nur gewisse niedere Bakterien sind auch imstande, den molekularen Stickstoff der Atmosphäre zu assimilieren, d. h. zum Aufbau der stickstoffhaltigen Gruppen ihrer Protoplasmamoleküle zu verwenden; und erst ihre stickstoffhaltigen Zerfallsprodukte können dann wieder von den höheren Pflanzen, auf deren Wurzeln sie schmarotzen, zur Bildung ihrer eigenen Protoplasmen herangezogen werden. Aber auch für die Verwertung von Ammoniak und dessen Salzen sind die höheren Pflanzen auf die Intervention gewisser „nitrifizierender" Bakterien angewiesen, da sie sie nicht direkt assimilieren können, sondern erst die salpetersauren Salze, die von den Ammoniak assimilierenden Bakterien ausgeschieden werden. Diese Nitrate werden dann von den grünen Pflanzen zusammen mit dem Kohlenstoff der atmosphärischen Kohlensäure oder mit der Gruppe HCOH ihrer eigenen Kohlehydrate oder der Gruppe HCH ihrer fetten Öle nebst den obligaten Sulfaten und anderen Salzen zur Synthese ihrer Protoplasmamoleküle verwendet. Die Pflanzen *können* also ihre stickstoffhaltigen Atomgruppen mit Hilfe von eiweißartigen Reservestoffen herstellen; sie können dazu aber auch einfachere Stickstoffverbindungen verwenden, die sie entweder von außen beziehen oder (wie z. B. das Asparagin) in ihrem eigenen Körper als Zerfallsprodukte ihrer eigenen Protoplasmen vorfinden. *Da sie diese ihre eigenen stickstoffhaltigen Stoffwechselprodukte wieder synthetisch verwerten können, besitzen die Pflanzen auch keine besonderen Organe für deren Ausscheidung,* während die Tiere die einfacher gebauten stickstoffhaltigen Stoffwechselprodukte ihrer Protoplasmen als nicht mehr verwendbare Auswurfstoffe durch die Nieren oder durch nierenähnliche Organe regelmäßig nach außen befördern.

Aus diesem Umstande sowohl als aus der Tatsache, daß alle uns bekannten Tiere in ihrer natürlichen Nahrung neben anderen organischen und anorganischen Stoffen immer auch eiweißartiges Material in sich aufnehmen, hat man bis vor kurzem geschlossen, daß die Tiere ihren Stickstoffbedarf nur mit pflanzlichem oder tierischem Eiweiß decken können und daß sie höchstens daneben auch noch Knorpel-, Knochen- und Bindegewebsleim verwerten, aber mit diesen allein ohne Eiweiß nicht auskommen können. Die Unentbehrlichkeit der Eiweißnahrung für alle tierischen Organismen hielt die Wissenschaft noch vor kurzem für so ausgemacht, daß der berühmte Physiologe *Ludwig* sagen konnte, mit der Entdeckung von *Mulder,* der zuerst auf diese Unentbehrlichkeit hinwies, habe ein neuer Abschnitt in der Ernährungsphysiologie begonnen.

Dieses scheinbar gesicherte Fundament der Ernährungslehre ist nun in den letzten Jahren ins Wanken gekommen, seitdem mehrere Stoffwechselforscher gezeigt haben, daß man Versuchstiere nicht nur einige Tage, sondern mehrere Wochen mit einer Nahrung im Stickstoffgleichgewicht erhalten könne, in der weder Eiweiß, noch dessen nächste Spaltungs-

[1]) Siehe Heft 1, 6 und 13.

produkte (Albumosen und Peptone) enthalten sind, sondern nur tiefe Abbauprodukte von Eiweiß, hauptsächlich Aminosäuren, die auch durch künstliche Synthese erzeugt werden können. Ja einige Experimentatoren wollen ein solches Gleichgewicht — welches darin besteht, daß nicht mehr Stickstoff ausgeschieden wird als aufgenommen wurde — auch mit einer Nahrung erzielt haben, die den Stickstoff nur in Ammoniaksalzen oder sogar im Harnstoff enthalten hat.

Man hat nun aus diesen jedenfalls sehr bemerkenswerten Ergebnissen, obwohl sie bei Kontrolluntersuchungen nicht immer in ihrem ganzen Umfange bestätigt werden konnten, die weitgehendsten Schlüsse gezogen und in ihnen sogar die Lösung des Problems der künstlichen Darstellung der Nahrungsstoffe erblicken wollen, deren Verwendung in der Praxis nur an der übergroßen Kostspieligkeit der künstlichen Herstellung dieser Verbindungen scheitern würde. Aber darin scheinen die meisten jetzt übereinzustimmen, daß die Zerlegung der Eiweißstoffe in den Verdauungsorganen nicht, wie man noch vor kurzem glaubte, zum großen Teile nur bis zu den Albumosen und Peptonen fortschreitet, von denen man annahm, daß sie als solche von der Darmwand resorbiert oder assimiliert werden; sondern daß diese Spaltung durchwegs bis zu den tieferen Abbauprodukten fortschreitet und daß erst diese einfacheren Stickstoffverbindungen, die auch künstlich dargestellt werden können, entweder als „Zellbausteine" verwendet oder als bloße „Energiespender" noch weiter bis zu den exkrementiellen Stoffen abgebaut werden.

Wir wollen uns nun die Tatsachen etwas näher besehen, um zu beurteilen, ob diese Schlußfolgerungen wirklich gerechtfertigt sind.

Sicher ist es, daß die in der tierischen Nahrung enthaltenen Eiweiß- und Leimsubstanzen nicht als solche in den Stoffwechsel gelangen, sondern früher durch die Einwirkung verschiedener Verdauungsfermente in einfachere Bestandteile zerlegt werden, die aber den Eiweißcharakter noch nicht ganz verloren haben, weil sie noch die für Eiweiß charakteristische Biuretreaktion geben. Da diese nächsten Spaltprodukte durch tote Membranen diffundieren, hat man angenommen, daß diese Spaltung den Zweck hat, die Aufnahme der Spaltprodukte in den Kreislauf zu ermöglichen. Diese teleologische Erklärung kann uns aber schon an sich nicht befriedigen, weil wir nicht mehr zufrieden sind, wenn man uns sagt, daß ein Geschehnis diesen oder jenen Vorteil gewährt, sondern wir immer auch wissen möchten, wie es zustande kommt. In diesem Falle gewähren uns aber gewisse Erfahrungen der letzten Jahre eine ziemlich befriedigende Einsicht, indem sich gezeigt hat, daß körperfremde organische Stoffe, wenn sie ins Blut eingeführt werden, in diesem Fermentstoffe erzeugen, die ihre Zerlegung in einfachere, für den Organismus verwertbare Verbindungen bewerkstelligen können. Dies gilt nicht nur für kompliziert gebaute Eiweißkörper, sondern auch für Kohlehydrate und Fette, die auch nicht als solche, sondern nur in ihren einfacheren Spaltprodukten im Stoffwechsel verbraucht werden können. Die Zerlegungen erfolgen also nicht, weil sie zweckmäßig sind, sondern weil die körperfremden Stoffe bei ihrem Zusammenstoß mit dem reizbaren Protoplasma in diesem gewisse Veränderungen hervorrufen, die zur Bildung der spaltenden Fermente führen; und es wird in einem späteren Artikel gezeigt werden, daß sich diese Veränderungen naturnotwendig und ohne Rücksicht auf einen daraus erwachsenden Nutzen vollziehen müssen.

Aber auch die Annahme, daß die Eiweißkörper der Nahrung nicht als solche, sondern erst nach ihrer Spaltung in Peptone durch die Darmwand passieren können, entspricht nicht den Tatsachen. Denn erstens erscheint Hühnereiweiß, wenn es im Übermaß verfüttert wird, zum großen Teil unverändert im Harn, muß also als solches die Darmwand passiert haben; und anderseits konnte man von den durch tote Membranen leicht diffundierenden Peptonen keine Spur jenseits der lebenden Darmwand nachweisen, sondern man findet im Blute nur die „arteigenen" Eiweißstoffe, die man jetzt durch die sogenannte biologische Reaktion (wovon später) als solche erkennen kann. Die verschwundenen Peptone werden aber auch nicht in der Darmwand, wie man zu sagen pflegt, in die Eiweißkörper zurückverwandelt oder regeneriert, denn die Eiweißkörper des Blutes sind ja ganz andere als die der Nahrung; sondern sie werden in den Epithelzellen und in der Darmwand zum Aufbau neuer Protoplasmamoleküle verwendet und diese geben bei ihrem Zerfall ein „inneres Sekret" in den Chylus ab, das, ebenso wie das äußere Sekret der Milchdrüse, neben arteigenen Eiweißkörpern auch arteigene Fette enthält, die, wie in der Milch, auch bei fettfreier Nahrung nicht fehlen. Die großen Moleküle des Nahrungseiweißes müssen also nicht deshalb in einfachere Verbindungen zerlegt werden, weil sie nicht die Darmwand passieren können, sondern sie würden sich als solche in die Architektur der neu zu bildenden Moleküle nicht einfügen lassen. Aus der ganz anderen Beschaffenheit ihrer Zerfallsprodukte müssen wir nämlich schließen, daß die Atomanordnung in den stickstoffhaltigen Komplexen der neugebildeten Moleküle eine andere ist, als in dem zu ihrem Aufbau verwendeten Eiweiß; und in diese andere Architektur können die Moleküle der genuinen Eiweiße unmöglich als solche eintreten, etwa so, wie man zur Nachahmung eines Mosaikbildes nicht größere Bruchstücke eines anderen Bildes, sondern höchstens kleine Splitter eines solchen verwenden kann. Nur darf dieser Vergleich nicht so aufgefaßt werden, daß die Spaltprodukte nach dem jetzt so häufig gebrauchten Ausdruck als „Zellbausteine" verwendet werden; denn erstens handelt es sich nicht um den Aufbau einer Zelle, in der Millionen von Protoplasmamolekülen mit nicht protoplasmatischen Formelementen untergebracht sind; und dann werden Bausteine bloß zusammengefügt oder zusammengekittet, während wir immer an die chemische Synthese überaus komplizierter Moleküle denken müssen, zu denen sich die der Nahrung entnommenen Atomkomplexe mit ihren bei der Assimilation frei gewordenen Affinitäten vereinigen.

Sehr geeignet zur Orientierung ist hier eine Gegenüberstellung von Hühnereiweiß und von

Rohrzucker in bezug auf ihr Verhalten gegen tote Membranen und gegen die lebende Darmwand. Obwohl der Eiweißkörper als kolloide Substanz durch die tote Membran gar nicht, der Rohrzucker dagegen als kristalloider Körper sehr leicht hindurchpassiert, findet man doch von beiden Stoffen, solange sie in normalen Mengen eingebracht werden, nicht eine Spur im Blute. Werden sie aber in solcher Menge eingeführt, daß nicht das ganze Quantum durch die Verdauungsfermente zerlegt werden kann, dann gelangt sowohl der schwer diffundierende Eiweißkörper, als der überaus leicht diffundierende Zucker in die Zirkulation und beide werden, weil sie im ungespaltenen Zustande auch von den Körperprotoplasmen nicht assimiliert werden können, durch die Niere ausgeschieden; und dasselbe geschieht auch mit beiden, wenn sie mit Umgehung des Darms ins Blut eingespritzt werden. Aber auch der Mechanismus der Ausscheidung durch die Niere ist nur auf Grund der Annahme verständlich, daß nicht die komplizierteren Eiweiß- und Zuckermoleküle, sondern nur ihre einfacheren Spaltprodukte zum Ausbau neuer Protoplasmamoleküle nach dem Muster der assimilierenden verwendet werden können. Warum werden Bluteiweiß und Blutzucker von der normalen Niere nicht durchgelassen, obwohl Hühnereiweiß und Rohrzucker den Filterapparat der Nierenkapseln ungehindert passieren? Das ist nur dadurch möglich, daß beide vorzüglichen Nahrungsstoffe auf ihrem langen Wege durch die gewundenen und geraden Nierenkanälchen von den mächtigen Protoplasmaleibern der in sie hineinragenden Epithelzellen an sich gerissen und zum Aufbau ihrer Protoplasmamoleküle verwendet werden[1]). Gelangen aber die großen Moleküle des Hühneralbumins oder des Rohrzuckers in den Nierenkreislauf und in die Bowmanschen Kapseln, dann passieren sie das Spalier der Epithelzellen in den Nierenkanälchen unbehelligt, weil sie trotz ihres vorzüglichen Nährwertes von dem Protoplasma dieser Zellen ebensowenig im ungespaltenen Zustande verwendet werden können, als von den Darmepithelien und von den vielen Körperprotoplasmen, an denen sie vorbeigekommen sind. —

Und nun stehen wir vor der Frage, ob wir die bisherige Vorstellung aufgeben müssen, daß die Peptone und die anderen höheren Spaltprodukte der Eiweißkörper gleich den sechsgliedrigen Spaltprodukten der höher zusammengesetzten Kohlehydrate als solche assimiliert werden, und ob wir dafür die neue Lehre annehmen sollen, daß die Spaltung im Darm bis zu noch viel tieferen Abbauprodukten fortgesetzt werden muß und daß erst diese als „Zellbausteine" oder, wie wir lieber sagen, als Material für die Synthese neuer Protoplasmamoleküle Verwendung finden können.

Wenn man nun vorerst von den Fütterungsversuchen absieht und nur das sonstige Tatsachenmaterial ins Auge faßt, so muß man sagen, daß dieses eher gegen die neue Auffassung auszusagen scheint. Vor allem ist zu bedenken, daß die Mehrzahl der niederen Abbauprodukte des Eiweißes in Wasser löslich und zum Teil leicht löslich ist und daß daher ein ansehnlicher Teil derselben mit dem Wasserstrome in die Darmvenen und durch die Pfortader in die Leber gelangen müßte, wo diese Substanzen, wie man bestimmt weiß, in Harnstoff (bei den Säugetieren) oder in Harnsäure (bei den Vögeln) umgewandelt werden. Die Umwandlung geschieht wahrscheinlich in der Weise, daß diese Stoffe beim Zusammenstoße mit den zersetzlichen Protoplasmamolekülen der Leberzellen diese zum Einsturze bringen, wobei auch ihr eigenes chemisches Gefüge so weit gelockert wird, daß sich ihre Atome neu gruppieren und zwar so, daß sie bei den harnstoffbildenden Tieren sich in Harnstoff und bei den Harnsäuretieren in Harnsäure umlagern; daß sie also dieselbe Anordnung gewinnen wie das stickstoffhaltige Zerfallsprodukt der von ihnen zum Einsturz gebrachten Moleküle. So wäre auch zu verstehen, warum sich von außen eingeführter Harnstoff in der Vogelleber in Harnsäure, und Harnsäure wieder in der Säugetierleber in Harnstoff verwandelt. Daß aber diese Stoffe wirklich einen Zerfall des Leberprotoplasmas herbeiführen, schließen wir daraus, daß nach ihrer Einführung in den Nahrungskanal nicht nur so viel Harnstoff zum Vorschein kommt, als durch ihre Umwandlung entstehen kann, sondern ein erhebliches Plus, das wohl nur von einem Zerfall des Leberprotoplasmas herrühren kann[1]). Wie immer man sich aber diese Umwandlung vorstellen mag, so scheint doch das eine sicher, daß die aus einer tieferen Spaltung hervorgehenden einfacheren Stickstoffverbindungen aus dem Darmkanal in die Leber gelangen und dort in eine exkrementielle Substanz verwandelt werden müßten. Denn wenn das Leberprotoplasma durch eine schwere Erkrankung (gelbe Leberatrophie) außer Funktion gesetzt wird, dann kommen Leucin und Tyrosin, die sonst im Harne fehlen, in nachweisbaren Mengen in diesem zum Vorschein, was allgemein so gedeutet wird, daß diese Stoffe immer in geringen Mengen aus dem Darm in die Leber gelangen und dort unter normalen Umständen in Harnstoff verwandelt werden, daß aber diese Umwandlung in den fast zerstörten Zellen unterbleiben muß. Dieser Weg der Umwandlung von Nahrungseiweiß in Harnstoff kann aber nur von einer ganz

[1]) Diese meine Erklärung für die überraschende Tatsache, daß der Blutzucker, obwohl er wegen seiner leichten Diffundierbarkeit sicher in den Filterapparat der Bowmanschen Kapseln übertritt, dennoch unter normalen Verhältnissen im Harne nicht zum Vorschein kommt (Allgemeine Biologie, 3. Band, S. 279), ist seither glänzend verifiziert worden, indem *Nishi* gefunden hat, daß Zucker nur in der Rindensubstanz der Niere, welche die Bowmanschen Kapseln enthält, nachweisbar ist, nicht aber in der Marksubstanz, die hauptsächlich aus den Harnkanälchen besteht. Das beweist aber nicht, wie *Nishi* gemeint hat, daß der Zucker in den Harnkanälchen zurückresorbiert wird, denn dann müßte er ja auch in der Marksubstanz nachweisbar sein, sondern es beweist, daß er daselbst assimiliert wird. Nur wenn die Kohlenstoff- und Wasserstoffatome des Zuckers zum Aufbau des Protoplasmas der Nierenepithelien verwendet werden, ist er als solcher verschwunden und kann dann durch die üblichen Reaktionen nicht mehr nachgewiesen werden.

[1]) Vgl. das 45. Kapitel des ersten und das 30. des dritten Bandes der Allgem. Biologie.

geringen Menge eingeschlagen werden; denn wenn das ganze Nahrungseiweiß durch die Fermente in Aminosäuren und in noch tiefere Abbauprodukte zerlegt würde und wenn diese dann als leicht diffundierende Stoffe zum großen Teil durch die Pfortader in die Leber übergeführt würden, dann käme diesér Teil der Nahrung überhaupt nicht in die Lage, dem Organismus in irgendeiner Weise, sei es als Baumaterial oder, wie manche noch immer glauben, als Brennstoff und als Energielieferant zu dienen. Denn daß die Epithelzellen und die Protoplasmen der Darmwand diese so leicht diffundierenden Stoffe so rasch assimilieren, daß sie gar nicht in den Kreislauf gelangen, ist schon darum schwer anzunehmen, weil Glycocoll, Leucin, Asparaginsäure, Asparagin und verschiedene Ammoniumsalze, in den Verdauungskanal eingeführt, fast in ihrer Gänze als Harnstoff oder als Harnsäure ausgeschieden werden, also diese Umwandlung in der Leber vollzogen haben müssen.

Dazu kommt aber noch die große Langsamkeit der fermentativen Eiweißzersetzung, und zwar nicht nur im Reagenzglase, sondern auch im Darm, wo man in keinem Stadium der Verdauung Aminosäuren allein, sondern immer noch Peptone neben geringen Mengen von Aminosäuren vorfindet. Dafür aber, daß Peptone in der Darmwand nicht als solche assimiliert werden können, existiert nicht der geringste Beweis, so wenig als man berechtigt ist, zu sagen, daß überhaupt der Verwendung von Peptonen zum Aufbau von tierischem oder pflanzlichem Protoplasma (z. B. von Bakterien) jedesmal eine tiefe Spaltung in Aminosäuren und noch einfachere Verbindungen vorhergehen muß.

Bleiben also eigentlich nur die Fütterungsversuche als einzige Stütze der neuen Lehre. Sie sind nicht immer gelungen, denn viele mußten wegen Nahrungsverweigerung oder wegen Erbrechen und Durchfall vorzeitig abgebrochen werden. Aber in einigen derselben ist es doch geglückt, die Tiere durch mehrere Wochen (bis zu 36 Tagen) bei völligem Ersatz der Eiweißkost durch Aminosäuren am Leben und sogar im Stickstoff- und Körpergleichgewicht zu erhalten, und in einigen Fällen wurde sogar eine positive Stickstoffbilanz und eine mäßige Zunahme des Körpergewichts erzielt.

Die Bedeutung dieser merkwürdigen Tatsache wird nun allerdings dadurch erheblich abgeschwächt, daß der Körper eines Hundes auch *ohne jede Stickstoffzufuhr* durch längere Zeit annähernd im Gleichgewicht erhalten werden konnte, wenn nur genügend stickstoffreie Nahrung zugeführt wurde[1]). Denn es folgt daraus, daß der Stickstoffbedarf der Tiere unter sonst günstigen Ernährungsverhältnissen noch viel kleiner ist, als man bisher angenommen hat, und daß dieser geringe Bedarf durch einige Zeit aus verschiedenen Eiweiß- oder — besser gesagt — Protoplasmareserven des Organismus (Blutkörperchen, Knochenmark, Milz, Lymphdrüsen usw.) gedeckt werden kann. Werden aber Aminosäuren oder andere niedere Stickstoffverbindungen der Nahrung zugesetzt, von denen wir wissen, daß sie eine vorzügliche Nahrung für pflanzliche Kleinlebewesen abgeben, dann darf nicht übersehen werden, daß der Darmkanal Milliarden von solchen Organismen beherbergt, die diese einfachen Verbindungen zu ihrem Wachstum und ihrer wuchernden Vermehrung verwenden können[1]). Das durch Vermittelung der Bakterienprotoplasmen gebildete Pflanzeneiweiß kann natürlich von dem Wirtsorganismus ebenso verdaut und assimiliert werden wie das aus der gewöhnlichen Pflanzennahrung stammende Eiweiß. Jedenfalls liegt aber hier die theoretische Möglichkeit vor, daß das, wie wir gesehen haben, äußerst geringe Stickstoffminimum der eben ausreichenden Nahrung auf diese Weise beschafft werden kann, ohne daß wir nötig hätten, dem tierischen Protoplasma die Assimilation von niederen Stickstoffverbindungen zuzumuten, die sein Organismus zum Teil regelmäßig als für ihn nicht mehr verwendbare Stoffwechselprodukte nach außen befördert.

Wir hätten also hier ein neues Beispiel dafür, daß Bakterien in höheren Organismen nicht nur als krankmachende Parasiten oder als indifferente Schmarotzer hausen, sondern ihnen auch gewisse Vorteile gewähren. Die Leser dieser Zeitschrift sind in der ersten Nummer durch einen instruktiven Artikel von *Zuntz* darüber belehrt worden, welche Bedeutung die im Blinddarm der großen Pflanzenfresser wuchernden Bakterien besitzen, indem sie nicht nur den von den tierischen Fermenten nicht angreifbaren Zellstoff ihres Futters in Zucker verwandeln, der natürlich dem Wirtsorganismus zugute kommt, sondern auch die in den Zellulosehüllen eingeschlossenen Eiweißstoffe für die Verdauung und Assimilation erschließen. Darauf beruht wohl auch die auf den ersten Blick so paradox erscheinende Tatsache, daß ein Zusatz von Asparagin zu ihrer Nahrung bei den Pflanzenfressern auf den Eiweißbestand günstig wirkt, während diese Wirkung bei den Fleischfressern für gewöhnlich ausbleibt und nur dann zum Vorschein kommt, wenn man ihrer Nahrung kleingehacktes Heu hinzufügt[2]). Auch hier dürfte es kaum zweifelhaft sein, daß das Asparagin nicht direkt als tierischer Nahrungsstoff verwendet wird, sondern nur als vorzügliche Bakteriennahrung dient, die das Wachstum und die zelluloselösende Arbeit der Darmbakterien befördert, wodurch zu gleicher Zeit zwei von vornherein wenig wahrscheinliche Annahmen überflüssig werden: nämlich daß Asparagin trotz seiner einfachen chemischen Struktur vom tierischen Protoplasma assimiliert werden kann, und daß gerade in dieser einen Hinsicht ein so fundamentaler Unterschied zwischen dem Protoplasma der Pflanzenfresser und der Fleischfresser bestehen soll, wie er sonst in keiner anderen Richtung bekannt ist.

[1]) *Abderhalden* und *Hirsch*, Zeitschr. f. physiol. Chemie, 82. Band.

[1]) „Die normalen menschlichen Exkremente bestehen zu etwa einem Drittel aus Bakterienleibern und es werden mit ihnen täglich mehr als 300 Billionen Mikroorganismen aus dem Körper entfernt." *(v. Fürth*, Probleme der physiol. und pathol. Chemie I, S. 40.)

[2]) Die Literatur hierüber und Näheres im 30. Kapitel des dritten Bandes der Allgem. Biologie.